

# 林地枯枝落葉層物理及水文特性

◎林業試驗所集水區經營組·陸象豫 (shiang@tfri.gov.tw)、孫銘源

## 枯枝落葉層的特徵

枯枝落葉層的特徵為含有大量未分解且容易識別(物種和類型)植物碎片，其來源可能是葉、枝、皮、果實、種子、原木或生殖器官(例如開花植物的雄蕊)中的任何物質。直徑大於2 mm的枯落物被歸納為粗糙的枯落物，而小於2 mm者則屬細碎的枯落物。枯枝落葉層的組成成分與量主要受到其上層生態系的類型所影響，森林的枯落物層以落葉為最多，幾佔總量的70%，且木質的枯落物會隨樹齡的增加而增加。森林地每年每公頃約可產生1~10公噸的枯落物，每平方公分的林地地表約可累積1~3公克的乾枯落物。草原則因多年生的植物較少，所以每年的凋落物量非常低，枯落物量亦少。

## 枯枝落葉層是評估生態系生產力的重要因子

在學術研究分類上，枯枝落葉層(litter floor)又稱地被物層或殘落物層，為位於礦質土(mineral soil)上方由植物殘體組成的有機體層次，可再細分為枯落物層(L層，litter layer)、半分解的殘株層(F層，fermentation layer)及腐質層(H層，humus layer)三個亞層。L層的枯落物(litter)可經肉眼辨別出原來有機殘體的形態與特徵，F層則因有機殘體已部分分解致肉眼難以辨別其形態，並有少量的腐植質累積；而H層則為由已分解的細碎有機物組成。此三種層次間並無明顯的界線，L層位於地表最上方，H層組成物因受淋洗而多位於F層下方。這些植物碎屑或有機物質所組成的

層次，在土壤學上被稱為A<sub>0</sub>層，尤以森林土壤最為明顯。枯枝落葉層除可保護土壤免於雨滴的直接衝擊，減低逕流能量，增加土壤滲透率，促進土壤化育外，更是氮、磷等養分返回土壤的主要途徑，並影響土壤水分及溫度。因此枯枝落葉層在生態上佔有重要地位，是評估生態系生產力的因子之一，常被用來推估養分循環及土壤肥力，並為生態良窳的指標，廣受生態學者的重視。

## 不同林相有不同的枯枝落葉層

不同林相的枯枝落葉層之厚度、分解速率和養分含量，受植物種類、氣候(包括溫度、濕度、降雨強度、風速等)、緯度、季節、海拔、生物活動等因素影響而差異甚大。溫帶落葉林的枯落物量在秋末冬初因落葉而達於最高峰；北方針葉林與熱帶雨林的枯落物量無季節性，發生量主要是受天候(如暴雨、乾旱等，在熱帶地區，乾旱季節後期和雨季初期的枯落物最多)或病蟲害所影響，在特殊事件後將出現大量的枯落物，使枯枝落葉層的厚度迅速累積。緯度對枯落物量和枯枝落葉層的厚度也有很顯著的影響；大致而言，枯落物量隨著緯度的增加而下降。枯落物分解速率與溫度與水分含量有關，在熱帶雨林中，由於快速分解，多數地區僅出現薄薄且不連續的層次；而在北方森林中，由於分解速度較慢，則會累積較厚的枯落物層。

## 蓮華池研究中心枯枝落葉層研究案例

一項在蓮華池研究中心臺灣杉人工林、



臺灣杉枯落物以連葉的小枝為主，暴風雨是造成脫落的主因。(陸象豫 攝)

天然闊葉林及桂竹林與畢祿溪工作站二葉松林及針闊葉混交林的研究調查，獲知此等不同林相的枯落物量(直徑大於2.5 cm之枝條未予計算)分別為：5.77、8.46、4.33、7.35與7.20 ton/ha/yr；枯枝落葉層的厚度則分別為：4.70、3.80、2.95、7.90、與 8.00 cm。顯示蓮華池地區各林相之枯枝落葉層較淺薄，具不易區分L與F層之特徵；畢祿溪地區林相的枯枝落葉層較深厚，部分地區可達10 cm以上，且較易區分出L與F層(二葉松純林L層厚3.9 cm，F層厚4.0 cm；針闊葉混交林L層厚3.2 cm，F層厚4.8 cm)。蓮華池地區各林相的枯落物量以4至6月較高，其原因為此時中南部地區正逢雨季開始，林木生長已趨旺盛，舊葉大量為新葉所替換，同時已乾枯尚未掉落的枝條遇濕而腐朽墜落，加上高強度



竹類的葉、稈、箨為膜質或革質，水分難以附著其上，較易保持乾燥，分解速度較緩慢。(陸象豫 攝)

降雨之衝擊，使枯落物量增加。畢祿溪二林相則以9至11月較高，主要原因為此期間針葉樹種子成熟，脫落之果實，使枯落物量增加。然夏季颱風季節枯落物量往往會異常增加，

其肇因為強風豪雨造成大量枝葉折斷脫落所致。五種林相中除桂竹林需時11個月外，其它各林相的枯落物落至地表僅需5個月，即可觀測出有分解的現象。其原因主要係桂竹的枝條、葉鞘、籜等的組織為膜質或革質，除較堅硬外，且水分不易附著，因此較不易分解。

### 枯枝落葉層影響森林水文循環

枯枝落葉層在水文循環過程中亦為森林生態系的重要一環，它可使穿落雨(through-fall)重新分布，其截留(interception)亦為主要降雨損失之一。此一地表覆蓋層之截留、滯留(detention)與保蓄(storage)等功能對地表逕流及沖蝕發生與否甚有關聯，且影響土壤水、地下水系統與集水區的水收穫(water yield)。覆蓋完整的枯枝落葉層幾乎能完全吸收雨滴的打擊能量，可避免地表遭受雨滴的飛濺沖蝕，亦可避免密封作用(sealing，為土壤孔隙被激起的碎屑阻塞的現象)，可使地表保持最佳的入滲狀態。而枯枝落葉層複雜交錯的植物體，可使表粗糙度(roughness)大為提高，減少地表逕流的速度以及增加入滲的機會，因此枯枝落葉層完整的地表，下降的雨水多能入滲至土壤層，增加土壤水與地下水的含量，對集水區水資源涵養具關鍵之作用。

### 枯枝落葉層具有攔截雨水功能

枯枝落葉層所攔截的降水量(litter interception)通常不會超過50 mm/yr，約佔年降水量的1~5%。前述在蓮華池與畢祿溪五種不同林相枯枝落葉層的物理與水文的調查研究獲知，臺灣杉人工林、天然闊葉林、桂竹林、二葉松林及針闊葉混交林的降雨最高截留量分

別為：3.88、2.97、1.77、5.24與 7.03 mm；此時枯枝落葉層的含水量的乾重百分比則分別為：218.0、237.2、141.9、248.4 與285.9%。顯示森林的枯枝落葉層可吸收為其本身重量兩倍以上的雨水，這些飽和的水分經3小時後，約可減少一半以上，6小時後則因重力水已流失殆盡，剩餘保留於毛細孔隙間的水分主要以蒸發方式散失，因此含水量下降率漸趨緩和。

枯枝落葉層的含水量(Y)與延時(t)多係呈 $Y = at^b$ 的指數關係，其中a、b為常數，b為負值。約經10日後，枯枝落葉層的含水率即達於穩定而甚少下降或不再下降，此時的含水量可視為枯落物的最低含水量。在此情況下，枯枝落葉層的組成物質與水分間的物質勢能(matrix potential)甚大，所含水分無法被下層土壤及植物根系吸收，亦無法由蒸發而散失。枯枝落葉層含水量降至最低的情況，一般多發生在乾旱季節，可做為森林火災危險度的一項指標。

枯枝落葉層所含的水分，在L層多係附著於枝葉表面，F與H層則多屬經毛細現象而填充於孔隙間的水分。在正常情況下，L層所截留的水分流失進入土壤中者較蒸發於大氣中者為多，F與H層則多係由蒸發而散失於大氣中，且可保存較長時間。若假定延時1日後截留的水分主要是因蒸發而消失，則此時之含水量與最低含水量之差值再除以天數，可推估枯枝落葉層的蒸發量。據此，人工杉木林、天然闊葉林、桂竹林、二葉松林及針闊葉混交林的蒸發量分別為：0.077、0.081、0.041、0.285與 0.134 mm/day。

### 枯枝落葉層提供動物棲息及食物來源

在陸域生態系中的淨初級生產量(net



大型倒木亦屬於枯枝落葉層的一部分，它靜待分解並將養分釋回眷顧它的大地，其所在的位置地被植物較少，光線較充足，有利於種子萌芽生長。(孫銘源 攝)

primary production，進入生態系的能量，扣除被植物呼吸所消耗的部分，剩下的能量方為供植物的生長和生殖，此部分的生產量為淨初級生產量)中最大的一部分是轉換為枯落物或被食草動物攝食。因此在無大型動物攝食的情況下，森林生態系的枯落物量幾乎等同於其淨生產量，可藉收集枯落物量推估淨生產量。某些植物特別適合在枯枝落葉層萌芽和生長茁壯，蚯蚓、變形蟲、線蟲、昆蟲幼蟲、軟體動物等分解者更以枯枝落葉層為主要的棲地。這些分解者將枯落物分解成二氧化碳和水，並釋放出氮、磷、鉀等無機離子進入土壤，植物方得以重新吸收此等養分並再利用，也為土壤微生物提供生存所需的能量。無法立即分解的物質則為構成腐植質的主要成分，腐植質可吸收大量水分，增加土壤層保蓄

水分量，可促進土壤粒團作用(aggregation)，使土壤通氣及透水性良好；能吸附大量離子，增加土壤對pH值與鹽度之緩衝作用。

## 結語

枯落物是營造適宜動植物生長環境的主要素材，因此枯枝落葉層能吸引許多爬行動物、兩棲動物、鳥類及一些哺乳動物以此為棲息及覓食地，使生物多樣性更豐富。枯枝落葉層能保護林地地表，可減緩林地地表沖蝕，亦具有促進土壤化育、增加土壤孔隙率及提高入滲率的功能，進而有利於水資源涵養，且在水循環及養分循環扮演相當重要的角色。枯枝落葉層是造成林地與非林地土壤理化性質差異的主要因素，其在森林生態、防治沖蝕、水資源涵養及國土保安均有其重要性。⊗